

С.Е. КАТОРКИН, Г.В. ЯРОВЕНКО, П.Н. МЫШЕНЦЕВ, Я.В. СИЗОНЕНКО

**ОСОБЕННОСТИ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ
ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ
ЛИМФОВЕНОЗНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ**

ГОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет Росздрава»,
Российская Федерация

Цель. Улучшение функциональной диагностики при хронической лимфовеенозной недостаточности нижних конечностей путём применения биомеханических методов исследования.

Материал и методы. Обследовано 116 пациентов с явлениями хронической лимфовеенозной недостаточности (классы С4-С6 по СЕАР) и 28 практически здоровых лиц. Проводили клинический анализ движения на аппаратно-программном комплексе «МБН-Биомеханика», включающий подометрию, плантографию, электромиографию и гониометрию.

Результаты. У 56% пациентов выявлены явления сколиоза, у 28% наблюдался остеохондроз, артрозо-артрит диагностирован в 45% случаев, различные нарушения конфигурации стоп в 89% наблюдений. Наиболее выраженная патология опорно-двигательной системы отмечена в классах С5-С6. Установлено, что в классах С4-С6 развивается функциональная недостаточность нижних конечностей с патологией локомоторной функции голеностопных суставов.

Заключение. Функциональная недостаточность и статодинамические нарушения у пациентов с хронической лимфовеенозной недостаточностью С4-С6 свидетельствовали о срыве компенсаторных реакций опорно-двигательной системы, что необходимо учитывать при проведении медицинской реабилитации.

Ключевые слова: биомеханика, хроническая лимфовеенозная недостаточность, статодинамические нарушения

Objectives. Improvement of the functional diagnostics at chronic lymph-venous insufficiency of the lower limbs using the biochemical methods of investigation.

Methods. 116 patients with lymph-venous insufficiency of C4-C6 classes (according to CEAP) and 28 practically healthy people were examined. The clinical movement analysis was performed, applying apparatus-software complex «MBN-Biomechanika» including podometrics, plantography, electromyography and goniometry.

Results. Scoliosis was found out in 56% of the patients; in 28% osteochondrosis was observed; arthrosis-arthritis was diagnosed in 45%; various disturbances of the foot configuration were seen in 89% of all investigations. The most obvious pathology of the skeletal system was noted in the classes C5-C6. Functional insufficiency of the lower limbs with the locomotor function pathology of the talocrural joint was established to develop in the classes C4-C6.

Conclusions. Functional insufficiency and static-dynamic disturbances in patients with chronic lymph-venous insufficiency of C4-C6 testified to the failure of compensatory reactions of the skeletal system that should be taken into consideration while carrying out medical rehabilitation.

Keywords: biomechanics, chronic lymph-venous insufficiency, static-dynamic disturbances

Хроническая венозная недостаточность нижних конечностей является одним из самых распространённых хирургических заболеваний [1, 2]. В патологический процесс вовлекаются венозная, артериальная, лимфатическая системы, поражается мик-

роциркуляторное русло [3, 4, 5]. Снижается тонус и эффективность работы икроножных мышц, нарушается локомоторная функция суставов нижних конечностей [6]. В то же время общепринятые методы диагностики существенно не влияют на оценку

состояния мышечно-венозной помпы и статодинамической функции нижних конечностей [7]. Не обращается должного внимания на частое сочетание хронической лимфовенозной недостаточности и нарушений опорно-двигательного аппарата [8]. В связи с этим, развивающаяся функциональная недостаточность нижних конечностей с явлениями статодинамических нарушений и их влияние на течение заболевания нуждаются в дальнейшем изучении.

Цель исследования – улучшение функциональной диагностики при хронической лимфовенозной недостаточности нижних конечностей путём комплексного применения клинических биомеханических методов исследования.

Материал и методы

Обследовано 116 пациентов с явлениями хронической лимфовенозной недостаточности (классы С4-С6 по международной классификации СЕАР): 67 человек с С4, 26 пациентов с С5 и 23 человека с С6 клиническими классами. Среди пациентов преобладали женщины, что соответствовало 65% наблюдаемых. Возраст обследованных варьировал от 20 до 83 лет и в среднем составил $38,6 \pm 6,1$ лет. Подавляющее большинство пациентов страдали хронической венозной недостаточностью от 5 до 15 лет. Для получения нормативных данных временных, кинематических и динамических параметров нормальной походки и стойки проведены исследования у 28 практически здоровых лиц в возрасте от 19 до 45 лет.

С целью комплексного обследования опорно-двигательной систем нижних конечностей применяли клинический анализ движения на аппаратно-программном комплексе «МБН-Биомеханика», который включал подометрию (измерение временных характеристик шага), плантографию

(диагностика конфигурации стопы), электромиографию (исследование биоэлектрической активности мышц) и гониометрию (измерение и регистрация локомоций суставов). Нарушение осанки исследовались проекционным методом компьютерной оптической топографии «Комот».

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программ EXCEL 6, STATISTICA (версия 6,0). Полученные цифровые значения подометрии, гониометрии и электромиографии представлены в формате «среднее значение (M) \pm ошибка среднего (m)».

Результаты и обсуждение

У всех пациентов, входивших в данное исследование, была отмечена сопутствующая патология опорно-двигательной системы. Необходимо отметить, что она наблюдалась у пациентов с активными трофическими расстройствами нижних конечностей, что свидетельствует об ассоциации общей дисплазии и хронической венозной недостаточности. По нашим данным, у обследованных пациентов с хронической венозной недостаточностью нижних конечностей (классы С4-С6 по СЕАР) в 56% выявлялись признаки сколиоза (рис.). В 28% наблюдался остеохондроз. Различные на-

Рис. Сопутствующая патология опорно-двигательной системы у пациентов с хронической лимфовенозной недостаточностью нижних конечностей

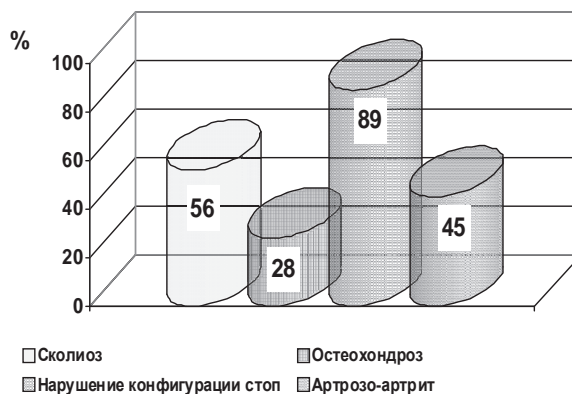


Таблица 1

Временные параметры цикла шага у пациентов хронической лимфovenозной недостаточностью С4 клинического класса (по СЕАР) (n=67)

Параметры цикла шага	Показатели здоровых лиц (M ± m)	Показатели пациентов С4 класса (M ± m)	
		s	d
Цикл шага	1,22±0,05	1,48±0,02	1,56±0,06
Период опоры	62,27±0,48	62,16±1,08	63,46±2,18
Период переноса	37,86±0,42	37,62±2,03	33,12±1,09
Суммарный период двойной опоры	26,49±1,36	29,11±2,02	26,74±1,05
Первый период двойной опоры	13,3±0,92	14,02±1,07	14,6±2,06
Второй период двойной опоры	13,18±0,91	14,64±1,63	12,82±2,11
Период одиночной опоры	36,84±0,50	35,82±1,08	36,43±2,06
Начало второго периода двойной опоры	49,74±0,33	48,92±0,04	49,78±0,05

Примечание: s – левая и d – правая нижняя конечности

рушения конфигурации стоп были отмечены в 89% наблюдений, а явления артрозо-артрита диагностировались в 45% случаев.

Основными проявлениями заболевания у пациентов С4 класса были расширение и трансформация поверхностных вен, отек нижних конечностей и появление трофических изменений в виде пигментации, липодерматосклероза в нижней трети голени.

При проведении электромиографии нами зафиксировано снижение показателей амплитуды ПДЕ (потенциал двигательных единиц) икроножной мышцы по сравнению с данными практически здоровых лиц до $1,18 \pm 0,06$ mV ($p < 0,05$). Показатель ПДЕ передней берцовой мышцы также существенно ниже нормы – $1,92 \pm 0,12$ mV ($p < 0,05$). Полученные результаты сопоставимы с данными других авторов [9, 10]. Исследование временных характеристик выявило, что длительность цикла шага при С4 превышала средние показатели у практически здоровых лиц ($p < 0,05$) (таблица 1).

Наблюдалась асимметрия с уменьшением длительности цикла шага на стороне поражения. Период переноса здоровой конечности был достоверно ниже нормы, а период опоры – больше ($p < 0,05$). Увеличивалась длительность суммарного периода двойной опоры на конечности с трофичес-

кими расстройствами. Пространственные показатели скорости и частоты шага у пациентов с С4 клиническим классом были снижены и находились в пределах $76,8 \pm 2,01$ и $96,3 \pm 4,1$ шаг/мин соответственно ($p < 0,05$). Пространственные характеристики шага были следующие: длина шага – $62,5 \pm 2,1$ см (поражённая сторона) и $59,8 \pm 0,3$ см (интактная сторона), база шага – $7,9 \pm 2,01$ см, угол разворота – $9,5 \pm 2,8^\circ$ правой и $8,6 \pm 1,2^\circ$ левой стоп. Таким образом, у пациентов С4-класса длина шага уменьшалась по сравнению с нормой, но на поражённой стороне она больше, чем на здоровой ($p < 0,05$). Имелась тенденция к увеличению базы шага и уменьшению угла разворота на поражённой конечности.

Кинематика движений крупных суставов нижних конечностей изменялась в сторону умеренного снижения амплитуд движения при выраженных отёчном и болевом синдромах, индуративном процессе. Амплитуда основного махового сгибания коленного сустава K_3 меньше на больной конечности ($56,8 \pm 2,62^\circ$) ($p < 0,05$). Аналогичная закономерность выявлялась для амплитуды Γ_3 (подошвенное сгибание голеностопного сустава при отрыве стопы от опоры). На стороне поражённой конечности она снижалась ($\Gamma_3 = -12,43 \pm 2,19$) ($p < 0,05$).

Со стороны динамической функции

нижних конечностей обнаруживалось снижение диапазона переменных динамических нагрузок до 20% от показателей у практически здоровых лиц ($p < 0,05$). Основная стойка характеризовалась снижением стабильности и умеренным смещением центра давления во фронтальной и, в меньшей степени, в сагиттальной плоскости. Кроме того, характерным симптомом являлась асимметрия показателей поражённой и интактной конечностей при односторонней патологии. Коэффициент асимметрии был вариабелен и составлял от 1% до 8%. Нормальное соотношение периодов опоры и переноса на конечности с явлениями С4 свидетельствовало о том, что ей обеспечивался режим, приближённый к нормальному, за счёт функционального напряжения здоровой конечности. Уменьшение угла разворота стопы, более выраженное на конечности с явлениями трофических расстройств, свидетельствовало о фронтализации оси движений голеностопного сустава и функциональной иммобилизации суставов стопы. Это согласуется с данными электромиографии и свидетельствует о снижении функциональной активности задней группы мышц поражённой конечности. Таким образом, у пациентов с С4 клиническим классом имелась функциональная недостаточность нижних конечностей. Выявленные в суставах нижних конечностей у пациентов С4 класса изменения кинематики являются проявлением такого компенсаторного механизма, как функциональное копирование. Уменьшение амплитуд – результат снижения темпа и длины шага, то есть замедления ходьбы.

Последовательность нормального переката стопы «пятка – V, плюсневая – I, плюсневая – носок» была чаще сохранена с обеих сторон. Но, при этом, начинают изменяться фазы перекатов. Отмечалось достоверное уменьшение времени переката через носок до $18,2 \pm 1,3$ при показателе у прак-

тически здоровых лиц в пределах $22,1 \pm 0,6$ ($p < 0,05$), пролонгирование переката через голеностопный сустав в период опоры с обеих сторон, было преимущественно на патологически изменённой конечности – $33,6 \pm 1,4$ и $32,8 \pm 2,3$, соответственно, при норме – $32,5 \pm 0,4$. Фиксировалось статистически достоверное ($p < 0,05$) увеличение времени переката через пятку для обеих нижних конечностей – $11,3 \pm 3,2$ и $9,5 \pm 0,8$, больше на стороне поражения при норме – $8,9 \pm 0,3$. Увеличение времени переката через пятку свидетельствовало о дисфункции голеностопного сустава. Симметричность этого симптома свидетельствовала о копировании здоровой конечностью функции поражённой для уменьшения функциональной асимметрии. Пролонгирование переката через носок зачастую приводит к усилению венозной недостаточности, так как является следствием болевого синдрома и слабости задней группы мышц голени, играющих важную роль в осуществлении венозного возврата.

Полученные данные свидетельствуют о выраженной функциональной недостаточности поражённой конечности и возросшей функциональной нагрузке на интактную ногу, а прогрессирующее снижение электромиографической активности мышечного аппарата – о снижении сократительной способности икроножных мышц и эффективности работы мышечно-венозной помпы.

Основными проявлениями заболевания у пациентов С5 класса, помимо варикозной трансформации вен и отёка конечностей, были ярко выраженные трофические расстройства, охватывающие большую часть голени и эпителизированная трофическая язва. Для клинической картины С5 класса хронической лимфовенозной недостаточности была характерна резко выраженная функциональная недостаточность нижних конечностей со значительными нару-

Таблица 2

Количественные показатели амплитуды потенциалов двигательных единиц (в mV) мышц голени у практически здоровых лиц и пациентов С4-С5 клинических классов хронической лимфovenозной недостаточности

Группы обследуемых	n	Объект исследования			
		Икроножная мышца		Берцовая мышца	
		Амплитуда	М ± m	Амплитуда	М ± m
Практически здоровые лица	28	0,4 – 4,5	1,3 ± 0,13	0,5 – 15,0	3,18 ± 0,34
Больные С4 класса	67	0,18 – 2,1	1,18 ± 0,06	0,3 – 4,5	1,92 ± 0,12
Больные С5 класса	26	0,12 – 1,6	0,86 ± 0,02	0,18 – 2,5	1,34 ± 0,17

шениями их статодинамической функции.

При электромиографическом исследовании было зафиксировано значительное снижение показателей амплитуды ПДЕ икроножной мышцы по сравнению с данными практически здоровых лиц и С4 классом до $0,86 \pm 0,02$ mV ($p < 0,05$). Показатель ПДЕ передней берцовой мышцы также был существенно ниже нормы – $1,34 \pm 0,17$ mV ($p < 0,05$). Это особенно проявлялось при распространении индуративных процессов в области лодыжек. Движения в голеностопном суставе были ограничены и нередко сопровождались выраженным болевым синдромом (таблица 2).

Исследование временных характеристик показало, что длительность цикла шага у пациентов с классом С5 превышала средние показатели у практически здоровых лиц и у пациентов клинического класса С4. Наблюдалась асимметрия с уменьшением длительности цикла шага на стороне поражения. Период переноса здоровой конечности был достоверно ниже нормы, а период опоры – больше ($p < 0,05$). Увеличивалась длительность суммарного периода двойной опоры на конечности с трофическими расстройствами. Относительная длительность первого периода двойной опоры как для больной, так и для интактной конечности значительно больше нормы ($p < 0,05$). Второй период двойной опоры был увеличен на стороне поражения. Пространственные показатели скорости и частоты шага у пациентов с С5 классом были снижены и на-

ходились в пределах $68,2 \pm 1,05$ и $86,1 \pm 2,1$ шаг/мин, соответственно ($p < 0,05$). Пространственные характеристики шага данной группы пациентов были следующие: длина шага – $58,3 \pm 1,4$ см (пораженная сторона) и $59,8 \pm 0,3$ см (интактная сторона), база шага – $8,5 \pm 1,04$ см, угол разворота – $8,5 \pm 2,8^\circ$ правой и $7,6 \pm 1,2^\circ$ левой стоп. Таким образом, у пациентов класса С5 длина шага уменьшилась по сравнению с нормой и на пораженной стороне она была больше, чем на здоровой. Имелась тенденция к увеличению базы шага и уменьшению угла разворота на пораженной конечности. Кинематика движений суставов нижних конечностей изменялась в сторону снижения амплитуд движения за счет выраженных отеков при сопутствующем поражении лимфатической системы, болевом синдроме, а также трофических процессах, приводящих к деформации голени и голеностопного сустава. Отмечалась снижение амплитуды локомоций в тазобедренном и, более выраженное, в коленном суставах. Амплитуды сгибания в тазобедренном суставе составили: $T_0 = 25,7 \pm 2,01^\circ$ и $T_2 = 7,6 \pm 1,25^\circ$. Амплитуды локомоций коленного сустава соответствовали: $K_1 = 14,1 \pm 5,2^\circ$ и $K_3 = 48,3 \pm 3,6^\circ$. Более значительно выражено снижение локомоций голеностопного сустава, особенно на стороне пораженной конечности $\Gamma_3 = - 10,3 \pm 1,09$ ($p < 0,05$).

Выявляемая отчетливая функциональная асимметрия на уровне локомоций во всех суставах нижних конечностей свиде-

Временные параметры цикла шага у пациентов (n=26) с хронической лимфовенозной недостаточностью С5 клинического класса (по СЕАР)

Параметры цикла шага	Показатели здоровых лиц (M ± m)	Показатели пациентов С5 класса (M ± m)	
		s	d
Цикл шага	1,22±0,05	1,52±0,12	1,59±1,23
Период опоры	62,27±0,48	62,16±1,08	63,46±2,18
Период переноса	37,86±0,42	36,89±2,03	34,25±1,28
Суммарный период двойной опоры	26,49±1,36	29,11±2,02	26,74±1,05
Первый период двойной опоры	13,3±0,92	14,02±1,07	14,6±2,06
Второй период двойной опоры	13,18±0,91	14,58±1,03	12,78±1,07
Период одиночной опоры	36,84±0,50	37,82±1,45	36,92±1,04
Начало второго периода двойной опоры	49,74±0,33	51,36±2,13	49,16±0,04

Примечание: s – левая и d – правая нижняя конечности

тельствует о функциональном истощении уже не только поражённой конечности, но и здоровой. Для основной стойки характерно снижение стабильности и смещение центра давления во фронтальной и сагитальной плоскостях. Коэффициент асимметрии был от 8% до 11%. Имелась выраженная неустойчивость походки.

Полученные результаты свидетельствуют о значительных изменениях структуры шага уже на обеих конечностях, при большей выраженности на конечности с явлениями С5 хронической лимфовенозной недостаточности (таблица 3). Дисбаланс соотношений периодов опоры и переноса на поражённой конечности свидетельствовал о том, что ей уже не обеспечивался режим, приближённый к нормальному за счёт функционального напряжения здоровой конечности. Увеличение периода одиночной опоры на больную конечность означало истощение естественных компенсаторных возможностей организма пациента. Значительная степень асимметрии являлась признаком истощения внутренних резервов, недостаточности опорной функции одной из конечностей.

Уменьшение угла разворота стопы, более выраженное на конечности с явлениями трофических расстройств, свидетельствовало о дальнейшей функциональной

иммобилизации суставов стопы. Временные и пространственные параметры характеризуют недостаточность компенсаторных разгрузочных реакций опорно-двигательной системы с целью уменьшения функциональных нагрузок на поражённую конечность. Во временной последовательности перекатов стопы усиливался дисбаланс. Время переката через носок снижалось до 16,2±1,3 сек при показателе у практически здоровых лиц в пределах 22,1±0,6 сек (p<0,05). Отмечалось пролонгирование переката через голеностопный сустав в период опоры с обеих сторон, преимущественно на патологически изменённой конечности – 35,2±1,9 сек и 33,6±1,3 сек, соответственно, при норме – 32,5±0,4 сек. Удлинение продолжительности переката через голеностопные суставы увеличивало риск возникновения их артроза. Фиксировалось статистически достоверное (p<0,05) увеличение времени переката через пятку для обеих нижних конечностей – 11,3±3,2 сек и 9,5±0,8 сек, больше на стороне поражения при норме – 8,9±0,3 сек. Увеличение времени переката через пятку свидетельствует о дисфункции голеностопного сустава. Симметричность этого симптома указывает на функциональное копирование здоровой конечностью функции поражённой.

Полученные данные констатируют раз-

витие выраженной функциональной недостаточности не только поражённой конечности, но и здоровой. Если показатели больной конечности начинают дивергировать от нормы, это означает срыв компенсаторных возможностей и переход патологического процесса на качественно иной, более неблагоприятный для пациента уровень.

Основными проявлениями заболевания у пациентов С6 класса были открытые венозные трофические язвы, площадь которых составляла от 5 до 200 см². Время от момента появления симптомов хронической лимфовенозной недостаточности нижних конечностей до появления первой трофической язвы у обследованных составило $9,2 \pm 1,32$ года. У 20% пациентов при распространении трофической язвы на переднюю поверхность голени развивался осифицирующий периостит с очагами остеосклероза, вовлечением мышц, сухожилий, надкостницы и костей. Формировался так называемый compartment-синдром, резко ограничивающий подвижность голеностопного сустава и значительно ухудшающий работу мышечно-венозной помпы. У 45% пациентов описанные изменения привели к артрозу голеностопного сустава, а у 12 больных – к его контрактуре. У этих пациентов статодинамические нарушения были более выраженными. Отмечено постепенное снижение не только реакции опоры, но и амплитуды локомоции суставов, причём не только голеностопных, но и коленных, а при дальнейшем прогрессировании и тазобедренных. Отмечено также истощение функциональных резервов здоровой конечности. Электромиографические показатели и данные клинического анализа движения при данном классе венозной недостаточности были такие же, как и в классе С5. Но при переходе трофического язвенного процесса на переднюю поверхность голени и голеностопный сустав с развитием периостита, повреждени-

ем суставной капсулы и сухожилий, резким ограничением его подвижности они заметно ухудшались.

Заключение

Проведённое клинико-функциональное обследование пациентов с С4-С6 классами хронической лимфовенозной недостаточности нижних конечностей выявило резкое снижение функции мышечно-венозной помпы. Развивающиеся в мышцах дистрофические изменения, значительно ухудшают течение заболевания, приводя к функциональной недостаточности, статодинамическим нарушениям и патологической ходьбе. Выявляемые у пациентов функциональная недостаточность и статодинамические нарушения свидетельствуют о срыве компенсаторных реакций опорно-двигательной системы при С5-С6 клинических классах хронической лимфовенозной недостаточности, что необходимо учитывать при проведении медицинской реабилитации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jeanneret-Gris-Iseli, C. 50 years of phlebology / C. Jeanneret-Gris-Iseli, K. Burnand // XVI World Congress of the Union Internationale de Phlebologie: e-abstract book. – Monaco, 2009. – P. 2-3.
2. Флебология: руководство для врачей / В. С. Савельев [и др.]; под ред. В. С. Савельева. – М.: Медицина, 2001. – 664 с.
3. Косинец, А. Н. Варикозная болезнь / Н. А. Косинец, С. А. Сушков. – Витебск: ВГМУ, 2009. – 415 с.
4. Bergan, J. J. Chronic venous disease / J. J. Bergan, G. W. Schmid-Schonbein, P. D. Coleridge-Smith // Minerva Cardioangiol. – 2007. – Vol. 55, N 4. – P. 459-476.
5. Risk factor and underlying mechanisms for venous stasis syndrome: a population-based case-control study / A. A. Ashrani [et al.] // Vasc. Med. – 2009. – Vol. 14, N 4. – P. 339-349.
6. Яровенко, Г. В. Роль биомеханических исследований при хронической лимфовенозной недостаточности нижних конечностей / Г. В. Яровенко, С. Е. Катгоркин, П. Н. Мышенцев // Новости хирургии. – 2010. – № 2. – С. 56-63.
7. Жуков, Б. Н. Инновационные технологии в диагностике, лечении и медицинской реабилитации боль-

ных хронической венозной недостаточностью нижних конечностей / Б. Н. Жуков, С. Е. Каторкин. – Самара: Сам. отд. Литфонда, 2010. – 383 с.

8. Жуков, Б. Н. Медицинская реабилитация больных хронической венозной недостаточностью нижних конечностей: учебное пособие / Б. Н. Жуков, С. Е. Каторкин, Я. В. Сизоненко; ГОУ ВПО «Самар. Гос. Мед. Ун-т». – Самара: Самар. отд. Литфонда, 2009. – 164 с.

9. Батышева, Т. Т. Современные технологии диагностики и реабилитации в неврологии и ортопедии / Т. Т. Батышева, Д. В. Скворцов, А. И. Труханов. – М.: Медика, 2005. – 256 с.

10. Скворцов, Д. В. Диагностика двигательной патологии инструментальными методами: анализ походки, стабилметрия / Д. В. Скворцов, Т. М. Андреева. – М., 2007. – 640 с.

Адрес для корреспонденции

443087, Российская Федерация,
г. Самара, Стара-Загора, д. 147, кв. 66,
тел. раб: 8(846) 276-77-89
e-mail: yarovenko_galina@mail.ru
Яровенко Г.В.

Поступила 11.11.2010 г.
